

## บทความวิจัย

# การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สุวิสา บุญน้อม<sup>1</sup> ปิยรัตน์ ตรีบัณฑิต<sup>1\*</sup>

ได้รับบทความ: 26 พฤศจิกายน 2561

ได้รับบทความแก้ไข: 18 กุมภาพันธ์ 2562

ยอมรับตีพิมพ์: 22 มีนาคม 2562

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลอง หลังการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน เทียบกับกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียนซึ่งได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ (1) บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test for dependent samples และ t-test for independent samples ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**คำสำคัญ:** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปริมาณสารสัมพันธ์ การเรียนรู้เชิงรุก ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน

<sup>1</sup> ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

\*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: piyaratn@g.swu.ac.th

# Development of Chemistry Learning Achievement in Stoichiometry by an Active Learning Lesson using Team-Based Learning for High School Students

Suwisa Boonnom<sup>1</sup> and Piyarat Dornbundit<sup>1\*</sup>

---

*Received: 26 November 2018*

*Revised: 18 February 2019*

*Accepted: 22 March 2019*

## ABSTRACT

The purposes of this research were to compare the chemistry learning achievement in stoichiometry of high school students before and after using an active learning lesson with Team-Based Learning and compare the chemistry learning achievement in stoichiometry in the experimental and control groups. The samples in this research were two classrooms by purposive sampling from the first semester of the academic year of 2018 eleventh grade students in an extra large school in Bangkok. One of the collected classrooms was assigned to be the experimental group and studied by the active learning lesson using Team-Based Learning. Another classroom was assigned to be the control group and studied by the traditional learning approach. The research instruments consisted of the following: (1) the active learning lesson using Team-Based Learning (2) the twenty-five items of four multiple choices achievement test. The statistics used to analyze the collected data were the mean and standard deviation. The statistics used for hypothesis test were t-test for dependent samples and t-test for independent samples. The results of the study showed that the experimental group achieved higher average posttest score than pretest at .01 level of significance and higher average posttest score than the control group at .01 level of significance.

**Keywords:** learning achievement, stoichiometry, active learning, social constructivist theory, team-based learning

---

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

\*Corresponding author, e-mail: piyarats@g.swu.ac.th

## บทนำ

ปริมาณสารสัมพันธ์ (stoichiometry) ถือเป็นหัวใจสำคัญของวิชาเคมี เพราะใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการวัดในเชิงปริมาณและปฏิกิริยาเคมี และต้องจัดการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นผู้เรียนเคมีระดับเริ่มต้น เพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการทำความเข้าใจเรื่องปฏิกิริยาเคมีต่อไป ทั้งนี้งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) ของผู้เรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ [1-3] ชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนเคมีในระดับเริ่มต้นมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีและมวลของสารในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเกิดจากการที่ผู้สอนใช้เวลาน้อยเกินไปในการสร้างความเข้าใจพื้นฐาน เช่น กฎทรงมวล ปฏิกิริยาเคมีในระบบเปิด ที่ถูกต้องให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนพบปัญหาในการเรียนเคมีระดับสูงขึ้นไป ดังนั้นผู้สอนจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญในการสร้างความเข้าใจในเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ให้กับผู้เรียน [4-5]

ในประเทศไทยพบว่า ผู้สอนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มักเน้นให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาเชิงตัวเลขหรือจดจำขั้นตอน (algorithms) ในการคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องมากกว่าการเน้นสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (conceptual understanding) [3] รวมถึงการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการจดจำเนื้อหามากกว่าการเน้นกระบวนการคิด [6] ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้มโนทัศน์ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ หรือปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น รวมถึงไม่สามารถเชื่อมโยงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และความเข้าใจในเชิงขั้นตอน (algorithmic understanding) ในเนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ได้ [7] แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ให้ประสบความสำเร็จ ผู้สอนต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทั้งส่วนความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และความเข้าใจเชิงขั้นตอนควบคู่กัน

การที่ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจทั้งเชิงมโนทัศน์และเชิงขั้นตอนควบคู่กันนั้น การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (active learning) เป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาความเข้าใจทั้ง 2 ส่วนดังกล่าว โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียน (student-centered curriculum) เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบความหมายด้วยตนเอง รวมถึงการอภิปราย การต่อรองข้อค้นพบร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนหรือกลุ่มเรียนรู้ (peers) ซึ่งการให้บทบาทผู้เรียนเป็นสำคัญกระบวนการเรียนรู้จะช่วยลดความสำคัญของการจดจำเนื้อหา พัฒนาความเข้าใจในเชิงลึก และช่วยสร้างความตระหนักในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน [8] โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ [9] ด้วยการออกแบบสภาวะการเรียนรู้ที่ช่วยดึงดูดผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ จึงทำให้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะคิดของผู้เรียนต่อวิชาวิทยาศาสตร์ รวมถึงทักษะอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนอีกด้วย [10-12]

นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สภาวะแวดล้อม (sociocultural context) หรือสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ได้แก่ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ร่วมกับครูหรือกลุ่มเรียนรู้เข้ามาช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน อธิบายได้ด้วยทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (social constructivism) ของวิกิออตส์กี ที่ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียน โดยเฉพาะการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนหรือผู้สอนที่มีระดับความรู้ความสามารถที่แตกต่างกัน เพื่อให้เกิดเป็นบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเขavnั้ปัญหา (zone of proximal development) [13] ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยอาศัยการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ที่มีกิจกรรมกลุ่มกันของผู้เรียนที่มีระดับความรู้ความสามารถแตกต่างกัน จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่าการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่แบบทั้งห้องเรียน เนื่องจากผู้เรียนมีการร่วมมือทำงาน การแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างสมาชิกในกลุ่ม [14] อีกทั้งยังมีส่วนช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น เมื่อเทียบกับการเรียนรู้เป็นรายบุคคล [15]

จากหลักการและความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่เน้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของวิกิออตสกี โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ที่ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน (team-based learning: TBL) ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ลงมือทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และอาศัยกระบวนการกลุ่มช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่ดียิ่งขึ้น และฝึกการแก้ปัญหาทางปริมาณสัมพันธ์ ผ่านการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้องค์ความรู้ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลอง หลังการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน เทียบกับกลุ่มควบคุม

### สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพิ่มสูงขึ้นหลังการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน เมื่อเทียบกับก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มทดลองหลังการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน สูงกว่ากลุ่มควบคุม

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 4 ห้องเรียน จำนวน 119 คน ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ตั้งกีดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้มาจากวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน รวมทั้งสิ้น 71 คน

### ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามบทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก 3 กิจกรรม ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 4 หัวข้อ ได้แก่ กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ กฎของเกย์-ลูสแซ็กและกฎของอาโวกาโดร ประเมินความเหมาะสมของบทเรียนและประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของบทเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมาก และมีค่าดัชนีความสอดคล้องของบทเรียนระหว่าง 0.67-1.00

รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน (team-based learning: TBL) มีกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) จัดกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิก 5-7 คน ที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน ซึ่งจัดกลุ่มโดยผู้วิจัยพิจารณาจากผลการเรียนวิชาเคมีของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ของกลุ่มตัวอย่าง แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกเพศชายและเพศหญิงในอัตราส่วนเท่า ๆ กัน และแต่ละกลุ่มจะคงสมาชิกกลุ่มตามเดิมตลอดการวิจัย

เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบสถานการณ์ในการเรียนรู้โดยกำหนดคำถามในการทดลองสำหรับแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก และกำหนดขอบเขตเนื้อหาของแต่ละหัวข้อการทำกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนทำการสืบค้นและศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองก่อนเข้าชั้นเรียน มีคำถามและแบบฝึกหัดตรวจสอบความเข้าใจจากการศึกษาเนื้อหา ดำเนินกิจกรรมภายในชั้นเรียนโดยให้ผู้เรียนทำการทดลองด้วยตนเองร่วมกับกลุ่มเพื่อพิสูจน์ สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม บันทึกข้อมูลโดยออกแบบตารางบันทึกข้อมูลที่จำเป็น โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องตกลงแบ่งหน้าที่ของแต่ละคนก่อนเริ่มทำกิจกรรม ร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลองเพื่อตอบคำถามในการทดลองโดยสรุปเป็นคำตอบของกลุ่มตนเอง จากนั้นนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความหลากหลายของคำตอบที่แต่ละกลุ่มค้นพบ

2) กระบวนการวัดประเมินความพร้อม (readiness assurance process: RAP)

2.1) ทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล ด้วยแบบทดสอบสั้น ๆ ตามประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ไปศึกษาด้วยตนเอง

2.2) ทดสอบผู้เรียนเป็นรายกลุ่ม ด้วยแบบทดสอบฉบับเดิมอีกครั้งโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม แต่ละกลุ่มจะต้องอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นเอกฉันท์ของกลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดสอบทุกกลุ่มจะได้รับผลสะท้อนกลับจากผู้สอนทันที

2.3) การอุทธรณ์เพื่อเพิ่มคะแนนของกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับโอกาสในการโต้แย้งผลสะท้อนกลับด้วยหลักฐาน (evidence-based appeals) ในกรณีที่คิดว่าคำตอบของกลุ่มตนเองถูกและสมควรได้รับคะแนน

2.4) การบรรยายสั้น ๆ ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาทีโดยผู้สอน เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจหรือเน้นเนื้อหาในจุดที่สำคัญ แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (misconceptions) ที่พบระหว่างกระบวนการ RAP

3) การจัดกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ร่วมกับกลุ่ม เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ แต่ละหัวข้อของเนื้อหาภายใน

บทเรียน ผ่านการลงมือทำการทดลองเพื่อตอบปัญหาที่ได้รับ โดยผู้สอนให้ความสำคัญและใช้เวลามากที่สุดในกิจกรรมส่วนนี้ และปิดท้ายกิจกรรมด้วยการนำเสนอผลงานของกลุ่มในชั้นเรียน และการให้ผลสะท้อนกลับการทำงานระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สร้างตามลำดับกระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม (revision of Bloom's taxonomy) วัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.21-0.64 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.21-0.64 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ( $r_{tt}$ ) คำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน เท่ากับ 0.88

#### **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบการทดลองกึ่งทดลอง (quasi-experimental design) โดยเป็นรูปแบบการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มาจากการสุ่ม มีการวัดก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง (nonrandomized control group pretest-posttest design) [16] มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (pretest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ใช้เวลา 50 นาที

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นเวลา 10 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุก ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน

กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยให้ผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามปกติ ซึ่งตามนโยบายของโรงเรียนกำหนดให้ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (inquiry-based learning: 5E) โดยทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม

3. ทดสอบหลังเรียน (posttest) เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ใช้เวลา 50 นาที ซึ่งห่างจากการทดสอบก่อนเรียน 3 สัปดาห์

#### **การวิเคราะห์ข้อมูล**

1. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent samples

2. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for independent samples

## ผลการวิจัย

1. ผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ เปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งภาพรวมและในแต่ละระดับการเรียนรู้ ได้แก่ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ตามลำดับ พฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองแสดงดังตารางที่ 1 ทดสอบโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test for dependent samples และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านของกลุ่มทดลองพบว่า ด้านเข้าใจ และประยุกต์ใช้ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

**ตารางที่ 1** ผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	กลุ่มทดลอง	$\bar{X}$	S.D.	t	p
เข้าใจ	7	หลังเรียน	3.81	1.51	6.92**	0.00
		ก่อนเรียน	1.89	1.26		
ประยุกต์ใช้	11	หลังเรียน	4.03	1.80	5.01**	0.00
		ก่อนเรียน	2.53	1.38		
วิเคราะห์	7	หลังเรียน	2.36	1.27	2.26*	0.01
		ก่อนเรียน	1.72	1.07		
ภาพรวม	25	หลังเรียน	10.19	2.61	9.71**	0.00
		ก่อนเรียน	6.14	2.00		

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

2. ผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงดังตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้านพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

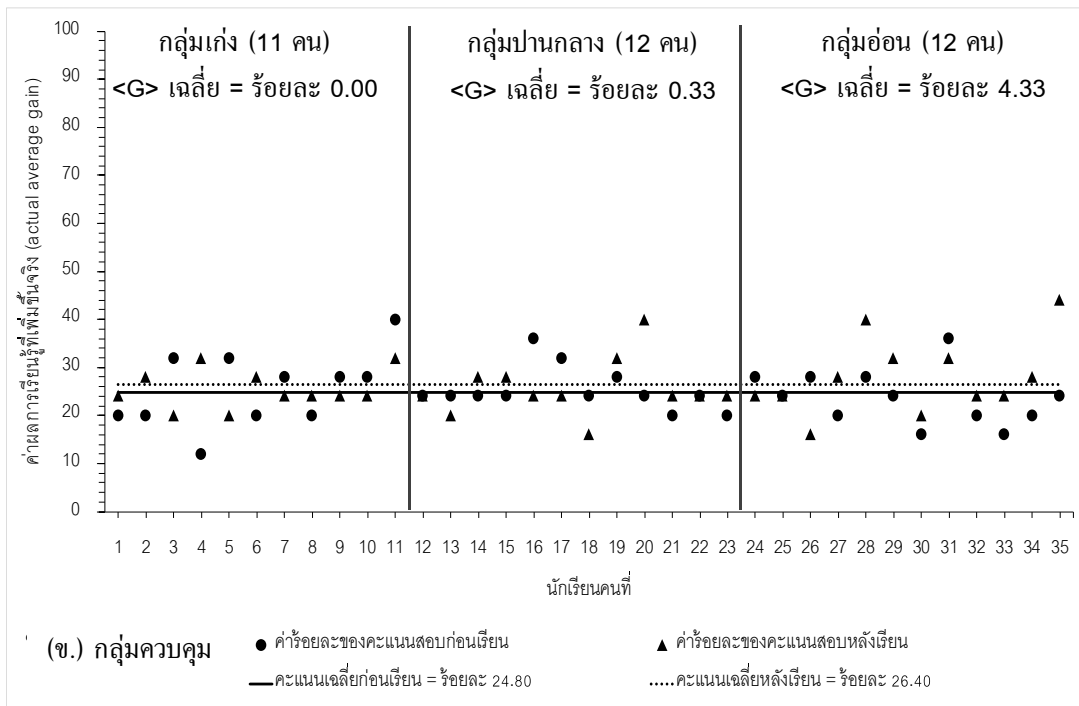
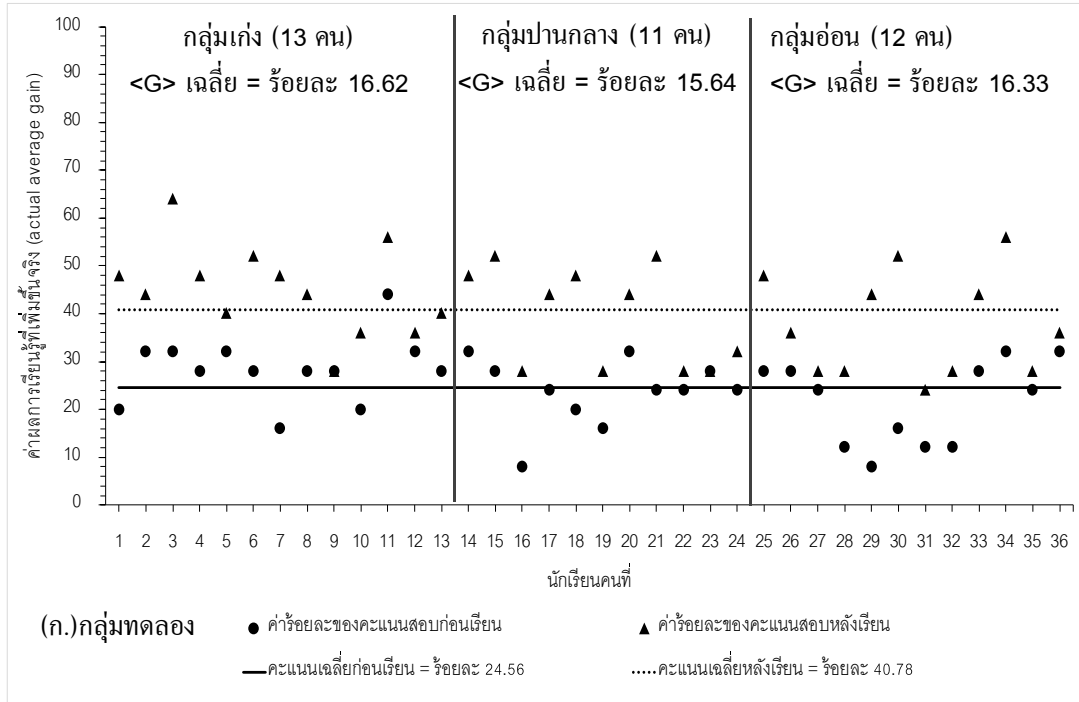
**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	t	p
เข้าใจ	7	กลุ่มทดลอง	3.81	1.51	4.56**	0.00
		กลุ่มควบคุม	2.29	1.30		
ประยุกต์ใช้	11	กลุ่มทดลอง	4.03	1.80	3.58**	0.00
		กลุ่มควบคุม	2.66	1.41		
วิเคราะห์	7	กลุ่มทดลอง	2.36	1.27	2.70**	0.00
		กลุ่มควบคุม	1.66	0.91		
ภาพรวม	25	กลุ่มทดลอง	10.19	2.61	7.08**	0.00
		กลุ่มควบคุม	6.60	1.56		

\*\* p < .01

ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มผู้เรียนโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อแสดงให้เห็นผลของการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นต่อผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนแตกต่างกันดังตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่าในกลุ่มทดลอง ผู้เรียนทั้งกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ในขณะที่กลุ่มควบคุมพบว่า กลุ่มปานกลางและอ่อนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่กลุ่มเก่งมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับก่อนเรียน และจากการศึกษาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (actual average gain: <G>) ของผู้เรียนรายบุคคลในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงดังรูปที่ 1(ก)-(ข) คำนวณโดยใช้สูตรของ Hake [17] ซึ่งมีค่าเท่ากับ ค่าร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน (% posttest) – ค่าร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียน (% pretest) พบว่าในกลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 40.78 - 24.56 = 16.22 (รูปที่ 1(ก)) โดยกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน มีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยร้อยละ 16.62 15.64 และ 16.33 ตามลำดับ และในกลุ่มควบคุมมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 26.40 - 24.80 = 1.60 (รูปที่ 1(ข)) มีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน เป็นร้อยละ 0.00 0.33 และ 4.33 ตามลำดับ





**รูปที่ 1** ค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (actual average gain) ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล คำนวณโดยใช้สูตรของ Hake ก. กลุ่มทดลอง ข. กลุ่มควบคุม

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ย ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แบ่งตามกลุ่มผู้เรียนแบ่งปานกลาง อ่อน

กลุ่มผู้เรียน	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	กลุ่มเก่ง 13 คน	กลุ่มปานกลาง 11 คน	กลุ่มอ่อน 12 คน	กลุ่มเก่ง 11 คน	กลุ่มปานกลาง 12 คน	กลุ่มอ่อน 12 คน
ก่อนเรียน	$\bar{X}$ 7.08	5.91	5.33	6.36	6.33	5.29
	S.D. 1.75	1.76	2.19	1.96	1.15	1.44
หลังเรียน	$\bar{X}$ 11.23	9.82	9.42	6.36	6.42	7.00
	S.D. 2.35	2.60	2.71	1.03	1.51	2.00

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากจุดประสงค์ของการวิจัย สามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัยได้ 2 ประเด็น

1. จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองพบว่าเมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามบทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทั้งนี้เนื่องจาก บทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นประกอบด้วยกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้แบบเชิงรุก (active learning) และใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน คือเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้และได้ลงมือทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการเรียนรู้ร่วมกับกลุ่ม จึงช่วยเพิ่มระดับความสนใจและความกระตือรือร้นของผู้เรียนจากการติดตามการทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มตลอดเวลา มีการติดตามผลเป็นระยะจากการทำแบบทดสอบรายบุคคลและรายกลุ่ม การนำเสนอผลงานของกลุ่ม ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น โดย Michaelson and Sweet [18] อธิบายว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานมีขั้นตอนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเฉพาะตัวเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ให้ความสำคัญกับโน้ตทัศน์ของเนื้อหา และเน้นการให้โอกาสผู้เรียนในการประยุกต์ใช้โน้ตทัศน์ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน จึงเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ทั้งส่วนโน้ตทัศน์ (conceptual knowledge) และความรู้ในเชิงกระบวนการหรือเชิงขั้นตอน (procedural or algorithmic knowledge) ซึ่งเป็นความรู้ 2 ส่วนสำคัญในการเรียนรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของกลุ่มทดลองสูงขึ้นจากก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ วราภรณ์ ศรีวีโรจน์ และคณะ [19] และงานวิจัยของ Opara [4] ที่พบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียน เนื่องจาก การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มแบบร่วมมือ ทำให้ผู้เรียนนำข้อสรุปที่ตนเองค้นพบ มานำเสนอและเติมเต็มซึ่งกันและกัน ซึ่งจะช่วยสร้างความเข้าใจให้มากยิ่งขึ้น รวมถึงอิทธิพลของกลุ่มจะเป็นตัวกระตุ้นสมาชิกให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ กระตุ้นให้แต่ละคนหาแนวคิดที่ดีกว่าในการแก้ปัญหา กอปรกับกลุ่มร่วมมือตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานจะมีสมาชิก 5-7 คน ซึ่งเป็นจำนวนสมาชิกที่

มากพอที่จะก่อให้เกิดความหลากหลายทางความคิดภายในกลุ่ม แต่ไม่มากจนเกินไปซึ่งอาจทำให้สมาชิกบางคนไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม [20]

2. จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการเรียนรู้อะหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งเรียนรู้โดยใช้บทเรียนเชิงรุกร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน กับกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนรู้แบบปกติ พบว่าคะแนนเฉลี่ยภาพรวมหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทั้งนี้เนื่องจาก กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ในบรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นไปตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (social constructivism) ผู้เรียนจึงเกิดการสร้างองค์ความรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มระหว่างกระบวนการวัดประเมินความพร้อม และการทำกิจกรรมประยุกต์ใช้ความรู้ผ่านการทำการทดลอง ซึ่งการที่ผู้เรียนได้ลงมือทำจริง จะช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นผ่านการตั้งคำถามและการสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงที่พิสูจน์ข้อคำถามด้วยตนเอง [21] รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนในการได้รับผลสะท้อนกลับและจากการบรรยายสั้นๆ โดยผู้สอนสำหรับกลุ่มทดลองบทบาทของผู้สอนจึงเป็นเพียงผู้ออกแบบสถานการณ์ที่จะทำให้กลุ่มผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ [22] ในขณะที่กลุ่มควบคุมเรียนรู้ตามกระบวนการสืบสอบ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองอันส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามหากผู้เรียนไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้เกิดทักษะหรือกระบวนการคิดมาก่อน อาจทำให้การเรียนรู้ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร [23] โดยเฉพาะผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่หากมีความรู้เดิมไม่มากพอมาใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองจะทำให้พบอุปสรรคในการเรียนรู้ จึงส่งผลให้กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยภาพรวมหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม และแม้ว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการส่งเสริมให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับกลุ่ม ที่ประกอบด้วยสมาชิกที่แต่ละระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน งานวิจัยของ Koles และคณะ [24] พบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานส่งผลต่อการเรียนรู้ อันเป็นผลจากลำดับขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนตื่นตัวกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา และยังเป็นการทำทนายให้แต่ละกลุ่มวิเคราะห์ และนำเอามโนทัศน์ส่วนตัวที่สำคัญของเนื้อหามาใช้ในการแก้ปัญหาที่กลุ่มได้รับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาลธกร วิเชียรรัตน์ [25] และรุ่งนภา กลิ่นกลาง [26] ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้รูปแบบเชิงรุกที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม มีโอกาสในการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดระหว่างกัน การส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีมและมีความรับผิดชอบร่วมกัน จะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จทางวิชาการสูงกว่าการเรียนแบบปกติ

จากผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเป็นแต่ละด้านด้านหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 3) ที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจาก ในการออกแบบภาระงานของกลุ่มในรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน มีหลักสำคัญที่เรียกว่า 4S ประกอบด้วย สำคัญต่อการเรียนรู้ (significant) สร้างตัวเลือกเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดตัดสินใจ (specific choice) แต่ละกลุ่มได้รับปัญหาเดียวกัน (same problem) และรายงานผลพร้อมกัน (simultaneously report) [18] จึงทำให้ภาระงานหรือโจทย์ปัญหาในรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานมีความซับซ้อน และต้องอาศัยกลุ่มในการแก้ปัญหา อาศัยการวิเคราะห์นำเอามโนทัศน์ที่สำคัญจากสมาชิกในกลุ่ม ตัดสินใจหาวิธีการที่ดีที่สุดและเป็นเอกฉันท์เพื่อนำเอามโนทัศน์นั้นมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดเป็นความรู้ในเชิงลึกถึงความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้ในเชิงกระบวนการหรือเชิงขั้นตอน [18, 27] จึงมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านเข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นต่อผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนแตกต่างกัน (ตารางที่ 3) ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในกลุ่มเก่ง กลาง อ่อน ของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน คิดเป็นผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยร้อยละ 16.62, 15.64 และ 16.33 ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าในผู้เรียนกลุ่มอ่อนมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับกลุ่มเก่ง ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มที่ผลของการเรียนจะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับกลุ่มอ่อนได้ดี เพราะการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีระดับความรู้เดิมแตกต่างกัน จะทำให้เกิดเป็นบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการเข้าวิสัยของวีกอทสกี ซึ่งเป็นระดับความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง (actual development level) และระดับที่ความสามารถเมื่อได้รับความช่วยเหลือจากกลุ่ม (potential development level) จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาได้ตามศักยภาพสูงสุดของแต่ละบุคคล จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Shachar และ Fischer [14] และ Koles และคณะ [24] ที่พบว่า การเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มอ่อนมากกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากผู้เรียนกลุ่มอ่อนจะรู้สึกกล้าที่จะถามคำถามเมื่อมีข้อสงสัยกับสมาชิกในกลุ่มมากกว่าการถามผู้สอนในชั้นเรียน ซึ่งจะพบผลการทดลองในลักษณะเดียวกันในกลุ่มควบคุมที่พบว่าผู้เรียนกลุ่มอ่อนจะมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มเก่งและปานกลาง แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มอ่อนที่เรียนรู้โดยวิธีอื่น อันเป็นผลจากการเติมเต็มเนื้อหาระหว่างสมาชิกในกระบวนการทดสอบเป็นกลุ่ม และการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนมีการเตรียมตัวก่อนเข้าชั้นเรียนเพิ่มมากขึ้น สำหรับผู้เรียนกลุ่มเก่งและปานกลางยังได้รับโอกาสในการสร้างความกระจำในความรู้ของตนเองผ่านการอธิบาย และการเจรจาต่อรองกับสมาชิกในกลุ่ม รวมถึงภาระงานที่ซับซ้อนในรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานยังเป็นสิ่งท้าทายสำหรับผู้เรียนกลุ่มเก่งและปานกลาง จึงทำให้ค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง สูงกว่าค่าเฉลี่ยของผู้เรียนกลุ่มเก่งและปานกลางของกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนด้วยวิธีอื่น

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีสำหรับการทำความเข้าใจในเนื้อหาต่อ ๆ ไป รวมถึงเนื้อหาที่ต้องการเน้นให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ของเนื้อหาไปประยุกต์ใช้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้เน้นความสำคัญในการให้โอกาสผู้เรียนนำมโนทัศน์สำคัญของเนื้อหาไปประยุกต์ใช้

### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ผู้สอนควรออกแบบการจัดการเรียนรู้และกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนตื่นตัวในการทำกิจกรรมการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ของตนเองอย่างแท้จริง ซึ่งการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ทีมเป็นฐานมีส่วนในการดึงดูดให้ผู้เรียนตื่นตัวในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี อิทธิพลของกลุ่มช่วยให้ผู้เรียนทั้งระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน เกิดพัฒนาการในการเรียนรู้ โดยจะเห็นได้อย่างชัดเจนในผู้เรียนกลุ่มอ่อน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่เป็นผู้สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

1. Özmen, H., & Ayas, A. (2003). Students' difficulties in understanding conservation of matter in open and closed-system chemical reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(3), 279-290.
2. Stavy, R. (1990). Pupils' problems in understanding conservation of matter. *International Journal of Science Education*, 12(5), 501-512.
3. Agung, S., & Schwartz, M. S. (2007). Students' understanding of conservation of matter, stoichiometry and balancing equations in Indonesia. *International Journal of Science Education*, 29(13), 1679-1702.
4. Opara, M. F. (2014). Improving Students' Performance in Stoichiometry through the Implementation of Collaborative Learning. *Journal of Education and Vocational Research*, 5(3), 85-93.
5. Paixão, M. F., & Cachapuz, A. (2000). Mass conservation in chemical reactions: the development of an innovative teaching strategy based on the history and philosophy of science. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(2), 201-215.
6. Office of the National Education Commission: ONEC. (2001). *Seminar report: Science education reform according to the National Education Act B.E. 2542*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)
7. Dabsah, C., & Coll, R. K. (2007). Thai grade 10 and 11 students' conceptual understanding and ability to solve stoichiometry problems. *Research in Science & Technological Education*, 25(2), 227-241.
8. Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E., Geier, R., & Tal, R. T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of research in Science Teaching*, 41(10), 1063-1080.
9. Ministry of Education. (2010). *Instruction guide according to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing House. (in Thai)
10. Uzun, N. (2012). A sample of active learning application in science education: The theme "cell" with educational games. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 2932-2936.

11. Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R., & Bowen, C. W. (2007). Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(7), 960-979.
12. Tadogan, R. O., & Orhan, A. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 71-81.
13. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
14. Shachar, H., & Fischer, S. (2004). Cooperation learning and the achievement of motivation and perceptions of students in 11<sup>th</sup> grade chemistry classes. *Learning and Instruction*, 14(1), 69-87.
15. Lumpe, A. T., & Staver, J. R. (1995). Peer collaboration and concept development: learning about photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 71-98.
16. Leekijwattana, P. (2016). *Research methods in education*. Bangkok: Mean Service Supply. (in Thai)
17. Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
18. Michaelsen, L. K., & Sweet, M. (2008). The essential elements of team-based learning. *New directions for teaching and learning*, 2008(116), 7-27.
19. Srivirojn, W., Kijkuakul, S., Kaewurai, W., & Wipajuksanakul, W. (2014). The development of instructional model in Stoichiometry based on integrated inquiry training and cooperative learning to enhance critical thinking for upper secondary students in an enrichment science classroom. *Journal of Education Naresuan University*. 16(3): 1-13. (in Thai)
20. Michaelsen, L. K., (2002). Getting started with team-based learning. *Team learning: a transformative use of small groups*. Westport, CT: Greenwood.
21. Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. *High School Science Laboratories: Role and Vision*, 1-24.
22. Michaelsen, L. K., Davidson, N., & Major, C. H. (2014). Team-based learning practices and principles in comparison with cooperative learning and problem-based learning. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25, 57-84.
23. Thongsa-Ard, N., & Sujiva, S. (2016). A development of chemical laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach for secondary school students. *Online Journal of Education*, 11(4), 80-92. (in Thai)

24. Koles, P. G., Stolfi, A., Borges, N., Nelson, S., & Parmelee, D. (2010). The impact of team-based learning on medical students' academic performance. *Academic Medicine, 85*(11), 1739-1745.
25. Wichianrat, C., Chairasert, P., Srisanyong, S. (2016). A study on the effects of active learning method in hydrocarbon derivatives for grade 12 students. *Journal of Education Naresuan University, 18*(2), 142-151. (in Thai)
26. Klinklang, R., Phairiron, A., & Nuangchalerm, P. (2015). Comparisons of achievement creative problem thinking of mutthayomsueksa 1 students towards organization learning of cooperative learning with performance skill and conventional learning approaches. *Journal of Education, Maharakham University, 9*(3), 101-112. (in Thai)
27. Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory Into Practice, 41*(4), 212-218.